

Earthquake Effect on Underground Structures

Underground Subway Tunnels
and Stations

Mehdi Vojoudi

چرا تونل؟

- کوتاه تر شدن مسیرها و افزایش راندمان ترافیکی
- بهبود مشخصات هندسی
- جلوگیری از خطرات ریزش کوه و بهمن
- ایمنی بیشتر در برابر زلزله!!!

مطالعه آسیب های گذشته

- زلزله کانتو (۱۹۲۳) : بیش از ۱۰۰ تونل آسیب دیده
- کیتا - ایزو (۱۹۳۰) : آسیب کلی به یک تونل
- نیگاتا (۱۹۶۴) : آسیب به بیش از ۲۰ تونل
- ایزو - اوشیما کینکایی (۱۹۷۸) : آسیب به بیش از ۱۲ تونل
- کوبه (۱۹۹۵) : آسیب به ۳ ایستگاه مترو که بیشترین خرابی در ایستگاه دایکایی به صورت ریزش کامل ایستگاه.
- در ایران هیچ گونه خرابی بجز فرو ریزش در دهانه ها گزارش نشده است.

عوامل آسیب رسان

ارتعاشات زلزله

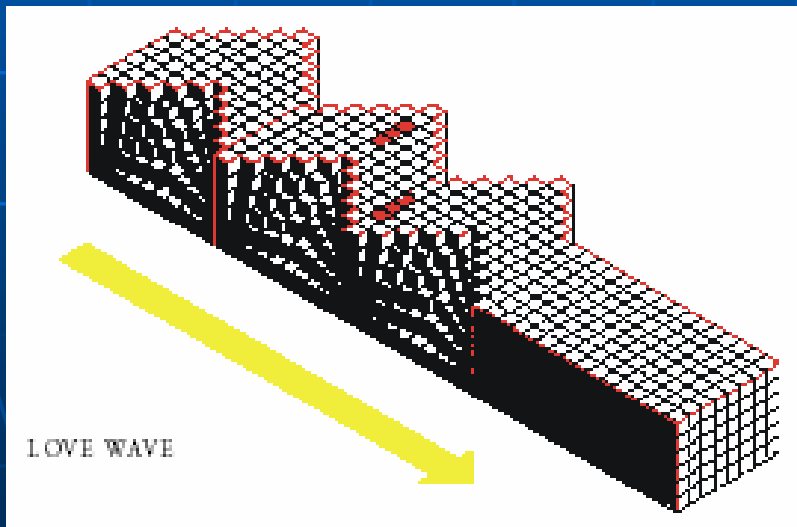
گسلش

زمین لغزش

روانگرایی

ارتعاشات زلزله

- امواج حجمی PW و SW
- امواج سطحی LW و RW



عوامل موثر بر رفتار تونل

- وضعیت ساختگاه
- شکل و اندازه تونل
- نحوه ساخت
- عمق تونل
- پوشش داخلی تونل

مدهای خرابی

- تغییر شکل مقطع تونل
- بوجود آمدن ترک یا باز شدن درزه ها
- ریزش از سقف یا دیواره ها
- جابجائی محور تونل در محل تقاطع با گسل
- پوسته ای شدن سقف و دیوار ها
- آسیب در ورودی یا خروجی تونل

تفاوت عملکردی مترو

- در شهر های پر جمعیت ساخته میشوند لذا از نظر اقتصادی اهمیت بسزایی دارند
- عمق کم آنها باعث تاثیر نسبی امواج سطحی است
- در خاکهای رسوبی و نرم ساخته میشوند
- در قسمتهایی مانند تقاطع تونلها و ایستگاهها مقطع بزرگی مورد نیاز است
- بحث اندر کنش تونل و سازه مطرح میشود
- اتصال اجزای تاسیساتی رفتار سازه را تحت تاثیر قرار میدهد.

کاهش خسارات ۱

- ۱- افزایش قابلیت شکل پذیری سازه برای جذب تغییر شکلهای اعمال شده
- ۲- استفاده از درزه های مناسب در محل تقاطع ها
- ۳- جلوگیری از تماس مستقیم تونل با لایه های سنگی
- ۴- قطعات متصل به صورت صلب به سازه اصلی باید به صورت هماهنگ با سازه اصلی مرتعش شوند.
- ۵- قطعاتی که به صورت سست به سازه متصل میشوند باید بصورت واحد جداگانه طراحی شوند.
- ۶- استفاده از سیستم ایزولاسیون مناسب

کاهش خسارات ۲

۷- حداقل امکان جلوگیری از برخورد تونلها با گسلها

۸- استفاده از اتصالات انعطاف پذیر در محل تقاطع با

گسل

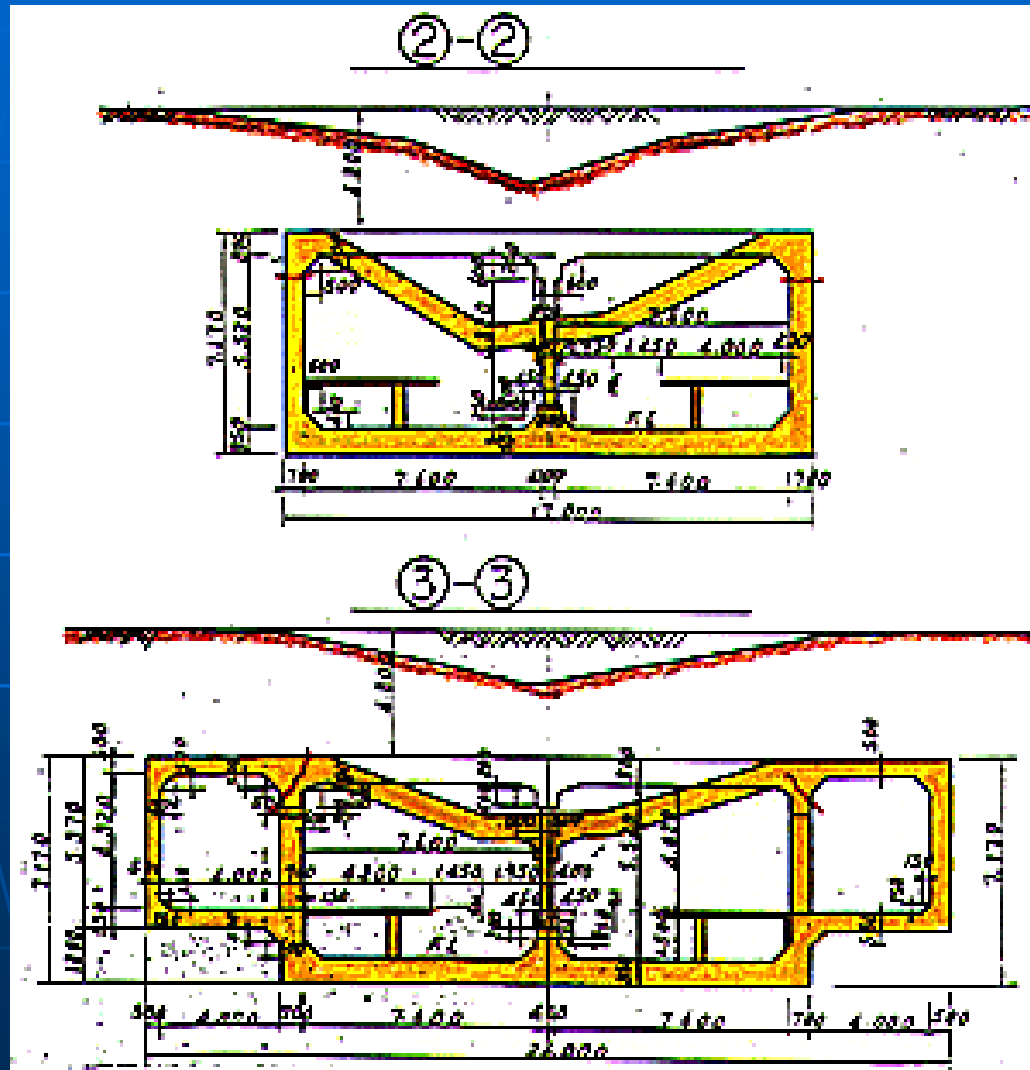
۹- استفاده از نقاط ضعف عمدی در تونل برای متمرکز نمودن صدمات

۱۰- افزایش سطح مقطع در محل تقاطع با گسل به

اندازه جابجائی قابل انتظار ناشی از گسلش، تا بعد از

گسلش نیز سطح مقطع حاصله برابر با سطح مفید مورد نیاز باشد.

مطالعه موردی - تونل دایکایی



مطالعه موردی - تونل دایکایی



مطالعه موردی - تونل دایکایی



معیار طراحی لرزه ای

۱- تعیین لرزه طرح

۲- بیان نیازهای جابجائی و بهم ریختگی

۳- اثرات انفصالات خاکی

۴- اعضای داخلی

۵- سازه های جانبی

۶- تمهیدات جزئی

۷- فشار زمین

۸- سازه های موقت